

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11064760 A**(43) Date of publication of application: **05.03.99**

(51) Int. Cl. **G02B 26/10**
G02B 26/10
G02B 13/00
G02B 13/08
G02B 13/18

(21) Application number: **09220376**(22) Date of filing: **15.08.97**(71) Applicant: **FUJI PHOTO FILM CO LTD**

(72) Inventor: **SHIMADA KATSUMI**
NOGUCHI MASARU
IKURA MINAKO

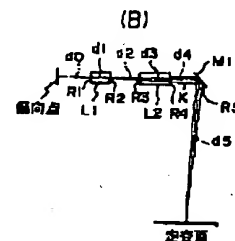
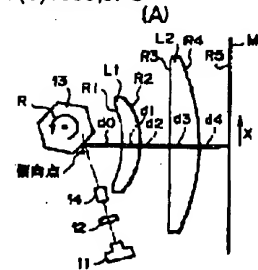
(54) IMAGING OPTICAL SYSTEM FOR OPTICAL SCANNING DEVICE**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress changes in lateral magnification caused by differences of the scanning angle in the auxiliary scanning direction in an imaging optical system used in an optical scanning device.

SOLUTION: This imaging optical system for an optical scanning device in which a laser beam emitted from a laser light source 11 and deflected by a high-speed rotating polygon mirror 13 is formed as an image on a scanning plane and scanned at a constant-speed consists of a positive meniscus lens L1 having a concave plane on the side of the polygon mirror 13, an anamorphic lens 12 whose the plane on the side of the polygon mirror 13 shows a concave cylindrical plane having power in the auxiliary scanning direction alone and whose the plane on the side of the scanning plane shows a convex spherical plane and has positive power in the principal scanning direction and a cylindrical mirror M1 having power in the auxiliary scanning direction alone. When the power in the principal scanning direction of the whole system is made to ϕ , the power of the anamorphic lens L12 in the principal scanning direction is made ϕ_{11} , and the lateral magnification at the

time when scanning angle due to the polygon mirror 13 is 0 is made to M, the equation $0.2\phi_{11}/\phi + 20.1|M| + 0.45$ is made so as to be satisfied.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-64760

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.⁸
G 0 2 B 26/10

識別記号

1 0 3

13/00

13/08

13/18

F I
G 0 2 B 26/10

E

1 0 3

13/00

13/08

13/18

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-220376

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月15日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中宿210番地

(72) 発明者 島田 克己

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(72) 発明者 野口 勝

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(72) 発明者 伊倉 美奈子

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

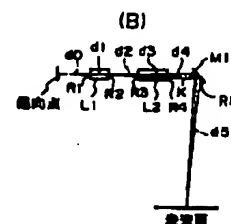
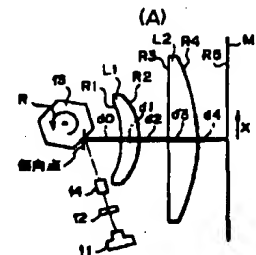
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光走査装置用結像光学系

(57) 【要約】

【課題】 光走査装置に使用される結像光学系において、走査角の相違による副走査方向の横倍率変動を抑制する。

【解決手段】 レーザ光源11から出射され、高速回転するポリゴンミラー13により偏向されたレーザービームを、走査面上に結像させて等速度走査せしめるための光走査装置用結像光学系であって、ポリゴンミラー13側に凹面を有する正メニスカスレンズL1と、ポリゴンミラー13側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンジカル面を呈し、走査面側の面が凸球面を呈し、主走査方向に正のパワーを有するアナモルフィックレンズL2と、副走査方向にのみパワーを有するシリンジカルミラーM1とからなる。全系の主走査方向のパワーを ϕ 、アナモルフィックレンズL2の主走査方向のパワーを ϕ_1 、ポリゴンミラー13による走査角がゼロのときの横倍率をMとしたとき、「 $0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M| + 0.45$ 」を満たすようにする。



(2)

特開平11-64760

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏向器により偏向された光束を所定の走査面上に結像するとともに該走査面上で等速度走査せしめるための光走査装置用結像光学系であって、前記結像光学系が、前記偏向器の面倒れを補正するためのアナモルフィックレンズを備え、

該アナモルフィックレンズの主走査方向のパワーを

ϕ_1 、前記結像光学系の全系の主走査方向のパワーを

ϕ 、前記偏向器による偏向角がゼロのときの横倍率をMとしたとき、下記の式を満足するものであることを特徴とする光走査装置用結像光学系。

$$0 \leq \phi_1 / \phi \leq 0.1 |M| + 0.45$$

【請求項2】 前記結像光学系が、下記の式を満足するものであることを特徴とする請求項1記載の光走査装置用結像光学系。

$$0 \leq \phi_1 / \phi \leq 0.1 |M| + 0.35$$

【請求項3】 前記アナモルフィックレンズが主走査方向に正のパワーを有するものであって、

前記結像光学系が、正メニスカスレンズと、前記アナモルフィックレンズと、副走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルミラーとを、前記偏向器からこの順に配設したものであることを特徴とする請求項1または2記載の光走査装置用結像光学系。

【請求項4】 前記正メニスカスレンズが、プラスチック材料により形成されたものであることを特徴とする請求項3記載の光走査装置用結像光学系。

【請求項5】 前記正メニスカスレンズが、少なくとも1面が非球面であるものであることを特徴とする請求項3または4記載の光走査装置用結像光学系。

【請求項6】 前記アナモルフィックレンズの前記偏向器側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンドリカル面であり、該アナモルフィックレンズの被走査面側の面が凸球面であることを特徴とする請求項1から5何れか1項記載の光走査装置用結像光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はレーザービーム等の光束を偏向して所定の面上に走査せしめる光走査装置に使用される結像光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、回転多面鏡を使用した偏向器によって反射偏向される光ビームにより光走査を行う光走査装置がよく知られている。この種の光走査装置はレーザービームを使用する記録装置や読取装置に用いられているが、その構成は、レーザービームを出射する光源と、この光源から出射された光束を偏向する回転多面鏡と、偏向された光束を所定の走査面上で結像せしめるとともに回転多面鏡による偏向角と結像された像の像高とが比例するように形成されたfθレンズを用いた結像光学系とからなる。

2

【0003】 このような回転多面鏡を使用する偏向器により走査偏向を行う光走査装置においては、偏向器の面倒れによる走査線の位置誤差を補正する一手法としてアナモルフィックレンズを用いた面倒れ補正光学系が知られている。図10は、この面倒れ補正光学系を適用した結像光学系の一例を示したものであり、この光学系は、偏向器50と、プラスチックで形成された正メニスカスレンズ52と、ガラスで形成されたアナモルフィックレンズ54とを順に配設したものである。このように、プラスチックレンズとガラスレンズとを組み合わせることで光学系を構成することにより、プラスチックレンズのパワー（屈折力）を小さくすることができ、その結果、プラスチックレンズの偏肉比の増大を抑止してプラスチックレンズの環境変化による光学特性の変化を抑えたり、加工適性を向上させることができ、さらには、光学系のサイズをコンパクトに維持するとともに、高性能な収差特性、fθ性を得ることができるものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、このアナモルフィックレンズを用いた面倒れ補正光学系では、主走査方向にパワーを持つアナモルフィックレンズに面倒れ機能を持たせるために、走査角によって副走査方向の横倍率が変動してしまう。これは、レンズの中央部と周辺部とでその肉厚の比（偏肉比）の増大があることが主な原因である。

【0005】 図11は、面倒れ補正光学系を適用した結像光学系の横倍率とビーム径の関係を示す図である。副走査方向の像面（走査面）上での結像ビーム径 W_o は、副走査方向の入射ビーム径を W_i とし、横倍率を走査角 θ の関数 $M(\theta)$ とすると、以下の式で表すことができる。

$$【0006】 W_o = M(\theta) \times W_i$$

従って、横倍率 $M(\theta)$ が走査角 θ によって変動すると走査面上での副走査方向のビーム径 W_o が走査角 θ によって変動し、均一なスポットが得られなくなるという問題を生じる。

【0007】 本願発明は上記事情に鑑みなされたものであって、アナモルフィックレンズを用いた面倒れ補正光学系を適用した光走査装置用結像光学系において、横倍率変動を抑えることのできる光学系を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明にかかる光走査装置用結像光学系は、偏向器により偏向された光束を所定の走査面上に結像するとともに該走査面上で等速度走査せしめるための光走査装置用結像光学系であって、前記結像光学系が、前記偏向器の面倒れを補正するためのアナモルフィックレンズを備えるものとし、該アナモルフィックレンズの主走査方向のパワーを ϕ_1 、前記結像光学系の全系の主走査方向のパワーを ϕ 、前記偏向器による偏向角がゼロのときの横倍率をMとしたとき、式「0

50

3

$\leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M|+0.45$ 」を満足するものとして、これにより走査角の相違による横倍率変動を略23%以下に抑えたことを特徴とするものである。

【0009】また、上記結像光学系が、さらに式「 $0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M|+0.35$ 」を満足するものとして、走査角の相違による横倍率変動を略20%以下に抑えることが好ましい。

【0010】また、本発明にかかる光走査装置用結像光学系においては、前記アナモルフィックレンズが主走査方向に正のパワーを有するものとし、上記結像光学系が、正メニスカスレンズと、前記アナモルフィックレンズと、副走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルミラーとを、前記偏向器からこの順に配設したものとすることが望ましい。

【0011】ここで、前記正メニスカスレンズが、プラスチック材料により形成されたものとし、或いは、少なくとも1面が非球面であるものとすれば、なお好ましい。

【0012】また、本発明にかかる光走査装置用結像光学系においては、前記アナモルフィックレンズの前記偏向器側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンドリカル面であり、該アナモルフィックレンズの被走査面側の面が凸球面であるものとすることが望ましい。

【0013】

【発明の効果】本発明にかかる光走査装置用結像光学系は、アナモルフィックレンズの主走査方向のパワ ϕ_1 と結像光学系の全系の主走査方向のパワー ϕ との比 ϕ_1/ϕ が、上述のような所定の条件を満足するようにしたことにより、走査角の相違による横倍率変動を略23%以下、更には20%以下に抑えることが可能となる。

【0014】また、プラスチックレンズ（正メニスカスレンズ）とガラスレンズ（アナモルフィックレンズ）とを組み合わせた構成とすることもできるから、本発明にかかる結像光学系のサイズをコンパクトに維持するとともに、高性能な収差特性、 $f\theta$ 性を得ることも可能となる。

【0015】ここで、アナモルフィックレンズの主走査方向のパワ ϕ_1 と結像光学系の全系の主走査方向のパワー ϕ との比（パワー比） ϕ_1/ϕ が、上述のような式を満足するものとすれば、走査角の相違による横倍率変動を略23%或いは略20%以内に抑制できる理由について図12を参照して簡単に説明する。図12は、偏向器による偏向角（走査角）がゼロのときの横倍率（以下「軸上横倍率」と称す。） M が、それぞれ-0.5倍、-1.0倍、-1.5倍の場合に、パワー比 ϕ_1/ϕ を変化させたときの走査角による横倍率変動のシミュレーション結果を示したものであり、軸上横倍率 M が-0.5倍のものを細い破線で示し、軸上横倍率 M が-1.0倍のものを実線で示し、軸上横倍率 M が-1.5倍のものを荒い破線で示している。また、各線上の番号a~hを付した三角、四角、菱形の各マーク

(3)

特開平11-64760

4

は、後述の実施の形態にかかる結像光学系のものを示している。

【0016】この図12より明らかなように、軸上横倍率 M の相違によって若干の差があるものの、アナモルフィックレンズの主走査方向のパワーが強くなる（パワー比が大きくなる）に従って横倍率変動も大きくなる傾向がある。したがって、例えば、横倍率変動を23%以下に抑えるには、軸上横倍率 M が-0.5倍のときパワー比を約0.55以下、軸上横倍率 M が-1.5倍のときパワー比を約0.6以下にする必要があることが判る。軸上横倍率の違いによる差はほぼ比例関係にあるから、これらの条件から横倍率変動を23%以下に抑えるための条件式「 $0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M|+0.45$ 」が導かれる。

【0017】同様にして、横倍率の変動を20%以下に抑えるには、軸上横倍率 M が-0.5倍のときパワー比を約0.4以下、軸上横倍率 M が-1.5倍のときパワー比を約0.5以下にする必要があり、横倍率変動を20%以下に抑えるための条件式「 $0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M|+0.35$ 」が導かれる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光走査装置用結像光学系の具体的な実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0019】図1は本発明にかかる結像光学系の第1の実施の形態を使用した光走査装置の概略構成を示す主走査断面図(A)および該結像光学系のみについて示した副走査断面図(B)である。（以下に述べる他の実施の形態等においても同様である。）図示の光走査装置は、レーザビームを射出するレーザ光源11と、光源11から射出された射出光を平行光線束とするコリメータレンズ12と、コリメータレンズ12を通過した平行光線束を偏向器であるポリゴンミラー13の偏向面近傍に線像を結ぶように配置したシリンドリカルレンズ等の入射光結像光学系14と、図示しないモータにより軸回りに回転せしめられて入射光結像光学系14を通過して偏向面（反射面）に入射した光束を本実施形態にかかる結像光学系の方向に偏向せしめるポリゴンミラー13と、この偏向されたレーザビームを所定の走査面上に結像するとともにこの走査面上で等速度走査せしめる結像光学系とからなる構成である。

【0020】ここで、この光走査装置に使用される結像光学系は、ポリゴンミラー13側に凹面を有するプラスチック材料により形成された両面が共に非球面の単レンズである正メニスカスレンズL1と、主走査方向に正のパワーを有するガラス材料により形成されたアナモルフィックレンズL2と、副走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルミラーM1とからなる構成である。また、アナモルフィックレンズL2は、ポリゴンミラー13側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンドリカル面を呈し、走査面側の面が凸球面を呈している。

50

(4)

特開平11- 64760

5

【0021】ここで、本実施形態の結像光学系の具体的な、正メニスカスレンズL1の各レンズ面およびアナモルフィックレンズL2の各レンズ面およびシリンドリカルミラーM1の曲率半径R[mm]と、偏向点から正メニスカスレンズL1までの光軸上における空気間隔、正メニスカスレンズL1の中心厚、正メニスカスレンズL1からアナモルフィックレンズL2までの光軸上における空気間隔、アナモルフィックレンズL2の中心厚、アナモルフィックレンズL2からシリンドリカルミラーM1までの光軸上における空気間隔、およびシリンドリカルミラーM1から走査面までの光軸上の空気間隔（これら総称して軸上面間隔という；以下、同じ）d[mm]と、正メニスカスレンズL1およ*

$$z = ch^2 / [1 + \{1 - (1 + K) c^2 h^2\}^{1/2}] + a_1 h^4 + a_2 h^6 + a_3 h^8 + a_4 h^{10} \dots (1)$$

但し、z；光軸からの高さhの非球面上の点より、非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ

h；光軸からの高さ

c；非球面頂点での曲率

K；円錐定数

a₁～a₄；第4次、第6次、第8次、第10次の各非球面係数

一方、屈折率は、軸上面間隔d₁に対応する欄に記載されたn₁が正メニスカスレンズL1の屈折率、軸上面間隔d₃に対応する欄に記載されたn₃がアナモルフィックレンズL2の屈折率を示す。

※

6

*びアナモルフィックレンズL2の屈折率（d線；以下、同じ）とを表1に示す。

【0022】なお、表中の曲率半径R、軸上面間隔dにそれぞれ付された添字は偏向点側から順次増加するように設定され、図1に記載されたものに対応している。

【0023】また曲率半径Rの数値の符号は偏向点側に凸の場合を正、走査面側に凸の場合を負とする。

【0024】さらにまた、曲率半径Rの数値の後に「*」印の付されたものは、その面が以下の式（1）で示す非球面であることを意味するとともに、その数値は光軸上（非球面の頂点）での曲率半径を示している。

【0025】

※【0026】そして、この結像光学系は、その全系の主走査方向のパワーをφ、アナモルフィックレンズL2の主走査方向のパワーをφ₁、ポリゴンミラー13による偏向角（走査角）がゼロのときの横倍率をMとしたとき、M=-0.1、パワー比φ₁/φ=0.54であり、下記式（2）を満たすもの、即ち、横倍率変動を23%以下に抑えるものである（図12の四角マークaを参照）。

【0027】

$$0 \leq \phi_1 / \phi \leq 0.1 |M| + 0.45 \dots (2)$$

【0028】

【表1】

軸上面間隔：M=-1.0

パワー比：φ₁/φ=0.54

| 曲率半径R | 軸上面間隔d | 屈折率n | 備考 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -148.564* K = -14.644 a ₁ = -0.10281 E-05 a ₂ = 0.63246 E-09 a ₃ = -0.31298 E-12 a ₄ = 0.38528 E-16 | d ₁ = 34.18 | | |
| | d ₂ = 20.84 | n ₁ = 1.628750 | |
| R 2 = -93.193* K = 1.3182 a ₁ = -0.37030 E-07 a ₂ = 0.816863 E-10 a ₃ = 0.134247 E-13 a ₄ = -0.836880 E-17 | d ₃ = 31.55 | | |
| R 3 = -43.493 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 32.00 | n ₃ = 1.614977 | |
| R 4 = -238.697 | d ₅ = 77.22 | | |
| R 5 = -172.020 | d ₆ = 101.53 | | CYM面 |
| | | | 像面 |

*：非球面

【0029】次に本実施形態の結像光学系の作用について説明する。レーザ光源11からレーザビームが射出さ

れ、このレーザビームはコリメータレンズ12により平行光線束とされた後、入射光結像光学系14によりポリゴン

(5)

特開平11-64760

7

ミラー13の反射面上に線像として結像せしめられる。

【0030】ポリゴンミラー13の反射面により反射せしめられたレーザービームは、正メニスカスレンズL1およびアナモルフィックレンズL2を通過してシリンダリカルミラーM1により反射偏向せしめられ、走査面上に集光されてこの走査面上で走査スポットを形成する。ポリゴンミラー13は軸回りに矢印R方向に高速回転されるため、この走査スポットはシリンダリカルミラーM1面上を矢印X方向に繰り返し主走査する。この走査スポットはシリンダリカルミラーM1により反射偏向されるから走査面上においても繰り返し主走査されることになる。

【0031】本実施形態の結像光学系による像面湾曲図を図2(A)に、 $f\theta$ 特性図を図2(B)に示す。なお、像面湾曲図(図2(A))において、実線は主走査方向の像面湾曲の特性を示し、破線は副走査方向の像面湾曲の特性を示す(以下に述べる他の実施の形態等においても同様である。)。図示のグラフによれば本実施形態の結像光学系は良好に収差補正がなされており、また $f\theta$ 性も良好であることが認められる。

【0032】このように本実施形態の結像光学系は、アナモルフィックレンズの主走査方向のパワーを式(2)に示す範囲に抑制したため、走査角の違いによる横倍率の変動を抑えることができる。また、プラスチック材料からなる正メニスカスレンズとガラス材料からなるアナモルフィックレンズと、シリンダリカルミラーとを組み合わせた構成としているから、プラスチックレンズの偏肉比の増大をある程度抑止してプラスチックレンズ自体の加工適性を向上させることができると共に、周囲の温度変化等の環境変化でレーザービームの焦点位置が変動

8

するのを軽減することもできる。

【0033】次に、表2並びに図3に、本発明にかかる結像光学系の第2の実施の形態を示す。なお、図3(A)はこの第2の実施の形態にかかる結像光学系の主走査断面による構成図を示し、図3(B)は副走査断面による構成図を示す。また、図3(C)は像面湾曲特性を、図3(D)は $f\theta$ 特性をそれぞれ示す。(図4以降についても同様である。)

この第2の実施の形態にかかる結像光学系の基本的な構成は前述の第1の実施の形態と同様に、ポリゴンミラー13側に凹面を有するプラスチック材料により形成された凹面が共に非球面の単レンズである正メニスカスレンズL1と、主走査方向に正のパワーを有するガラス材料により形成されたアナモルフィックレンズL2と、副走査方向にのみパワーを有するシリンダリカルミラーM1とからなる構成であって、アナモルフィックレンズL2は、ポリゴンミラー13側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンダリカル面を呈し、走査面側の面が凸球面を呈している。

【0034】この第2の実施の形態にかかる結像光学系は、軸上横倍率が $M=-1.5$ となるようにアナモルフィックレンズの凹シリンダリカル面の曲率半径とシリンダリカルミラーの曲率半径とを変更したものであり、 $M=-1.5$ 、パワー比 $\phi_1/\phi=0.54$ であるから、前述の式(2)の条件を満たすもの、即ち、横倍率変動を23%以下に抑えるものである(図12の三角マークbを参照)。

【0035】

【表2】

(6)

特開平11-64760

9

10

軸上横倍率: $M=-1.5$ パワー比: $\phi_1/\phi=0.54$

| 曲率半径R | 軸上画間隔d | 屈折率n | 備考 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -148.564* K = -14.844 a ₁ = -0.10281 E-05 a ₂ = 0.83248 E-09 a ₃ = -0.31298 E-12 a ₄ = 0.39528 E-16 | d ₁ = 34.18 | n ₁ = 1.528750 | |
| R 2 = -93.193* K = 1.3182 a ₁ = -0.37030 E-07 a ₂ = 0.816883E-10 a ₃ = 0.134247E-13 a ₄ = -0.836380E-17 | d ₂ = 20.94 | | |
| R 3 = -43.916 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₃ = 31.55 | n ₁ = 1.614977 | |
| R 4 = -238.897 | d ₄ = 32.00 | | |
| R 5 = -152.818 | d ₅ = 9.63 | | CYM面 |
| | d ₆ = 184.74 | | 像面 |

*: 非球面

【0036】したがって、この第2の実施の形態にかかる結像光学系も横倍率の変動を23%以下に抑えることができ、また、像面湾曲図およびfθ特性図のグラフによれば本実施形態の結像光学系も良好に収差補正がなされており、またfθ性も良好であることが認められる。

【0037】次に、表3並びに図4に、横倍率の変動を20%以下に抑えた、本発明にかかる結像光学系の第3の実施の形態を示す。この第3の実施の形態にかかる結像光学系の基本的な構成は前述の第1の実施の形態と同様に、ポリゴンミラー13側に凹面を有するプラスチック材料により形成された凹面が共に非球面の単レンズである正メニスカスレンズL1と、主走査方向に正のパワーを有するガラス材料により形成されたアナモルフィックレンズL2と、副走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルミラーM1とからなる構成であって、アナモルフィック

レンズL2は、ポリゴンミラー13側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンドリカル面を呈し、走査面側の面が凸球面を呈している。

【0038】この第3の実施の形態にかかる結像光学系は、軸上横倍率が $M=-1.0$ でアナモルフィックレンズの主走査方向のパワー比が低くなるように設計したものであり、 $M=-1.0$ 、パワー比 $\phi_1/\phi=0.34$ であるから、以下の式(3)の条件を満たすもの、即ち、横倍率変動を20%以下に抑えるものである(図12の四角マークcを参照)。

【0039】

$$0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M| + 0.35 \quad \dots (3)$$

【0040】

【表3】

(7)

特開平11-64760

11

12

軸上横倍率: $M = -1.0$ パワー比: $\phi_1/\phi = 0.34$

| 曲率半径 R | 軸上面間隔 d | 屈折率 n | 備考 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -179.108* K = -23.840 a ₁ = -0.10387 E-05 a ₂ = 0.40783 E-09 a ₃ = -0.22064 E-12 a ₄ = 0.12664 E-16 | d ₁ = 35.00 | | |
| | d ₂ = 33.97 | n ₁ = 1.526760 | |
| R 2 = -55.828* K = 1.1038 a ₁ = 0.27541 E-07 a ₂ = -0.18677 E-11 a ₃ = 0.21825 E-13 a ₄ = -0.61223 E-17 | d ₃ = 32.45 | | |
| R 3 = -52.690 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 30.00 | n ₂ = 1.814877 | |
| R 4 = -384.044 | d ₅ = 30.19 | | CYM面 |
| R 5 = -172.664 | d ₆ = 157.78 | | 像面 |

*: 非球面

【0041】この第3の実施の形態にかかる結像光学系は横倍率の変動を20%以下に抑えることができ、また、像面湾曲図およびfθ特性図のグラフによれば本実施形態の結像光学系も良好に収差補正がなされており、またfθ性も良好であることが認められる。

【0042】次に、表4～8並びに図5～9に、横倍率変動が23%以上になる結像光学系の形態を示す。表4～8および図5～9の各図(A)、(B)に示す結像光学系の基本的な構成は前述の第1の実施の形態と同様に、ポリゴンミラー13側に凹面を有するプラスチック材料により形成された両面が共に非球面の単レンズである正メネスカスレンズL1と、主走査方向に正のパワーを有するガラス材料により形成されたアナモルフィックレンズL2と、副走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルミラーM1

とからなる構成であって、アナモルフィックレンズL2は、ポリゴンミラー13側の面が副走査方向にのみパワーを有する凹シリンドリカル面を呈し、走査面側の面が凸球面を呈している。

【0043】表4および図5(A)、(B)に示す結像光学系は、軸上横倍率が $M = -0.5$ でアナモルフィックレンズの主走査方向のパワー比が低くなるように設計したものであり、 $M = -0.5$ 、パワー比 $\phi_1/\phi = 0.54$ であるから、式(2)の条件を満たすことができず、横倍率変動を23%以下に抑えることができない(図12の菱形マークdを参照)。

【0044】

【表4】

(8)

特開平11-64760

13

14

軸上横倍率: $M=-0.5$ パワー比: $\phi_1/\phi=0.54$

| 曲率半径 R | 軸上面間隔 d | 屈折率 n | 備考 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -148.564 * | d ₁ = 34.18 | | |
| K = -14.844 a ₁ = -0.10281 E-05 a ₂ = 0.83248 E-09 a ₃ = -0.31298 E-12 a ₄ = 0.39628 E-16 | d ₂ = 20.84 | n ₁ = 1.528750 | |
| R 2 = -93.193 * | d ₃ = 31.55 | | |
| K = 1.3152 a ₁ = -0.37030 E-07 a ₂ = 0.818683 E-10 a ₃ = 0.134847 E-13 a ₄ = -0.836880 E-17 | | | |
| R 3 = -44.002 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 32.00 | n ₂ = 1.614977 | |
| R 4 = -238.697 | d ₅ = 77.22 | | |
| R 5 = -178.662 | d ₆ = 117.05 | | CYM面 |
| | | | 像面 |

*: 非球面

【0045】また、表5および図6(A)、(B)に示す結像光学系は、アナモルフィックレンズL2の副走査方向の曲率半径およびシリンドリカルミラーM1の曲率半径を変更したものであり、 $M=-1.0$ 、パワー比 $\phi_1/\phi=0.71$ であるから、式(2)の条件を満たすことができず、横倍率*

*変動を23%以下に抑えることができない(図12の四角マークeを参照)。

【0046】

【表5】

軸上横倍率: $M=-1.0$ パワー比: $\phi_1/\phi=0.71$

| 曲率半径 R | 軸上面間隔 d | 屈折率 n | 備考 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -109.024 * | d ₁ = 36.50 | | |
| K = -1.4243 a ₁ = -0.10257 E-05 a ₂ = 0.78737 E-09 a ₃ = -0.28244 E-12 a ₄ = 0.68860 E-17 | d ₂ = 14.40 | n ₁ = 1.528750 | |
| R 2 = -87.901 * | d ₃ = 28.80 | | |
| K = 1.3381 a ₁ = -0.25258 E-08 a ₂ = 0.21942 E-09 a ₃ = 0.17568 E-13 a ₄ = -0.118265 E-16 | | | |
| R 3 = -43.378 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 32.00 | n ₂ = 1.614977 | |
| R 4 = -180.668 | d ₅ = 40.15 | | |
| R 5 = -181.903 | d ₆ = 165.25 | | CYM面 |
| | | | 像面 |

*: 非球面

【0047】また、表6～8および図7～9の各図 50 (A)、(B)に示す結像光学系も、正メニスカスレンズL1、

(9)

特開平11-64760

15

16

アナモルフィックレンズ12の副走査方向およびシリンドリカルミラーM1の各曲率半径を変更したものである。

【0048】ここで、表6および図7(A)、(B)に示す結像光学系は、 $M=-0.5$ 、パワー比 $\phi_1/\phi=0.92$ であり

(図12の菱形マークfを参照)、また、表7および図8

(A)、(B)に示す結像光学系は、 $M=-1.0$ 、パワー比 $\phi_1/\phi=0.92$ であり(図12の四角マークgを参照)、さら *

*に、表8および図9(A)、(B)に示す結像光学系は、 $M=-1.5$ 、パワー比 $\phi_1/\phi=0.92$ である(図12の三角マークhを参照)から、何れも式(2)の条件を満たすことができず、横倍率変動を23%以下に抑えることができない。

【0049】

【表6】

軸上横倍率: $M=-0.5$ パワー比: $\phi_1/\phi=0.92$

| 曲率半径R | 軸上面間隔d | 屈折率n | 備考 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -105.513* K = -1.0715 a ₁ = -0.11059 E-05 a ₂ = 0.80000 E-09 a ₃ = -0.19827 E-12 a ₄ = 0.10780 E-16 | d ₁ = 38.00 | n ₁ = 1.528750 | |
| | d ₂ = 16.00 | | |
| R 2 = -108.424* K = 1.2985 a ₁ = -0.34827 E-08 a ₂ = 0.23039 E-09 a ₃ = -0.45024 E-14 a ₄ = -0.24591 E-17 | d ₃ = 5.00 | | |
| R 3 = -40.946 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 32.00 | n ₂ = 1.614977 | |
| R 4 = -140.591 | d ₅ = 104.32 | | |
| R 5 = -187.083 | d ₆ = 114.72 | | CYM図 |
| | | | 像図 |

*: 非球面

【0050】

30 【表7】

(10)

特開平11-64760

17

18

軸上横倍率: $M = -1.0$ パワー比: $\phi_1/\phi = 0.92$

| 曲率半径 R | 軸上面間隔 d | 屈折率 n | 備考 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -106.613* K = -1.0715 a ₁ = -0.11059 E-05 a ₂ = 0.80000 E-09 a ₃ = -0.19827 E-12 a ₄ = 0.10760 E-16 | d ₁ = 38.00 | | |
| | d ₂ = 15.00 | n ₁ = 1.526750 | |
| R 2 = -108.424* K = 1.2985 a ₁ = -0.34827 E-08 a ₂ = 0.23039 E-09 a ₃ = -0.45024 E-14 a ₄ = -0.24801 E-17 | d ₃ = 5.00 | | |
| R 3 = -40.532 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 32.00 | n ₂ = 1.614977 | |
| R 4 = -140.591 | d ₅ = 56.24 | | CYM面 |
| R 5 = -189.965 | d ₆ = 162.79 | | 像面 |

*: 非球面

【0051】

* * 【表8】

軸上横倍率: $M = -1.5$ パワー比: $\phi_1/\phi = 0.92$

| 曲率半径 R | 軸上面間隔 d | 屈折率 n | 備考 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| R 1 = -105.513* K = -1.0715 a ₁ = -0.11059 E-05 a ₂ = 0.80000 E-09 a ₃ = -0.19827 E-12 a ₄ = 0.10760 E-16 | d ₁ = 38.00 | | |
| | d ₂ = 15.00 | n ₁ = 1.526750 | |
| R 2 = -106.424* K = 1.2985 a ₁ = -0.34827 E-08 a ₂ = 0.23039 E-09 a ₃ = -0.45024 E-14 a ₄ = -0.24801 E-17 | d ₃ = 5.00 | | |
| R 3 = -41.038 ; 副 = ∞ ; 主 | d ₄ = 32.00 | n ₂ = 1.614977 | |
| R 4 = -140.591 | d ₅ = 30.12 | | |
| R 5 = -173.276 | d ₆ = 188.91 | | CYM面 |
| | | | 像面 |

*: 非球面

【0052】以上説明したように、本願発明にかかる結像光学系によれば、アナモルフィックレンズの主走査方向のパワー ϕ_1 と結像光学系の全系の主走査方向のパワー ϕ とのパワー比 ϕ_1/ϕ が、「 $0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M| + 0.45$ 」なる関係を満足するものとすれば、走査角の相

違による横倍率の変動を23%以内に抑制することができ、また、「 $0 \leq \phi_1/\phi \leq 0.1|M| + 0.35$ 」なる関係を満足するものとすれば、走査角の相違による横倍率の変動を20%以内に抑制することができる。

【0053】また、このような条件を満足する結像光学

50

(11)

特開平11- 64760

19

系では、像面湾曲図および $f\theta$ 特性も良好に収差補正を施すことができ、また $f\theta$ 性も良好である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる結像光学系の第1の実施形態を用いた光走査装置を示す主走査断面図(A)および副走査断面図(B)

【図2】図1に示した光走査装置の結像光学系の、

(A)は像面湾曲図、(B)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図3】本発明にかかる第2の実施形態の結像光学系の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図4】本発明にかかる第3の実施形態の結像光学系の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図5】横倍率変動が2.3%以上となる結像光学系の一例の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図6】横倍率変動が2.3%以上となる結像光学系の他の例の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図7】横倍率変動が2.3%以上となる結像光学系の他の

20

の例の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図8】横倍率変動が2.3%以上となる結像光学系の他の例の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図9】横倍率変動が2.3%以上となる結像光学系の他の例の、(A)は主走査断面図、(B)は副走査断面図、(C)は像面湾曲図、(D)は $f\theta$ 特性図をそれぞれ示す

【図10】面倒れ補正光学系を適用した結像光学系の一例を示す図

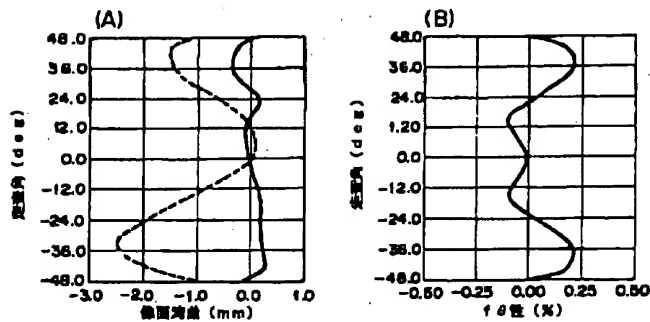
【図11】面倒れ補正光学系を適用した結像光学系の横倍率とビーム径の関係を示す図

【図12】走査角の相違によるアナモルフィックレンズのパワー比 ϕ_1/ϕ と横倍率変動の関係を示す図

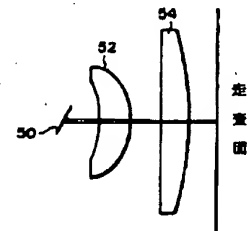
【符号の説明】

- 11 レーザ光源
- 12 コリメータレンズ
- 13 ポリゴンミラー
- 14 入射光結像光学系
- L1 正メニスカスレンズ
- L2 アナモルフィックレンズ
- M1 シリンドリカルミラー

【図2】



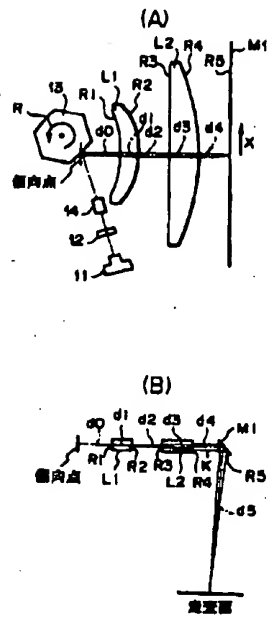
【図10】



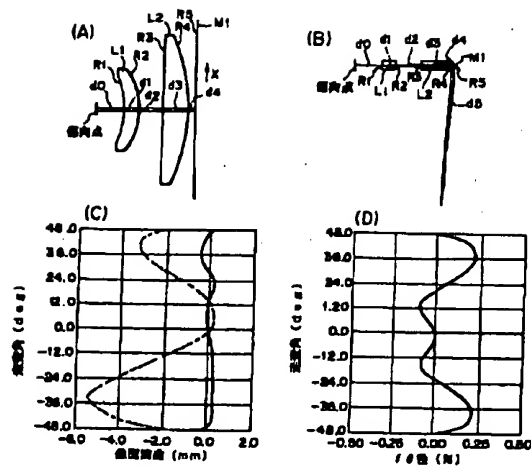
(12)

特開平11-64760

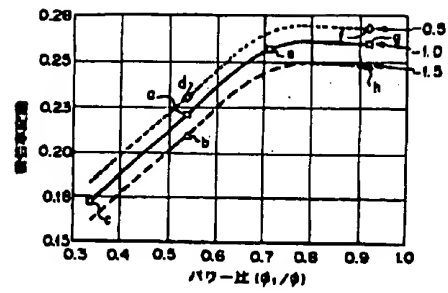
【図1】



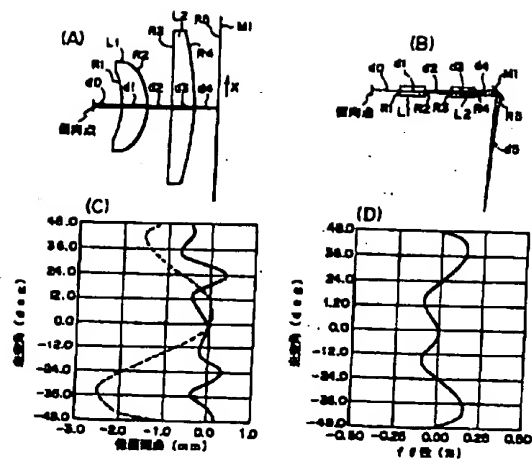
【図3】



【図12】



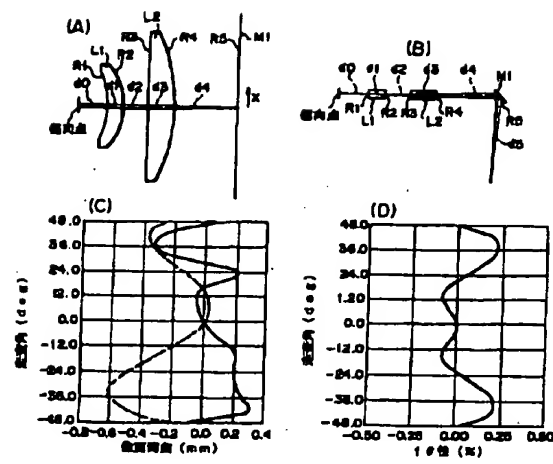
【図4】



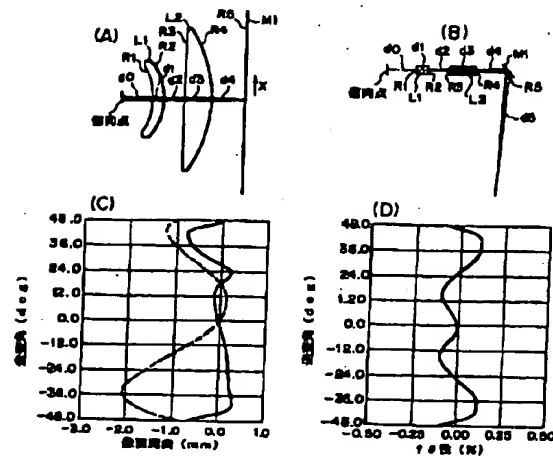
(13)

特開平11-64760

【図5】



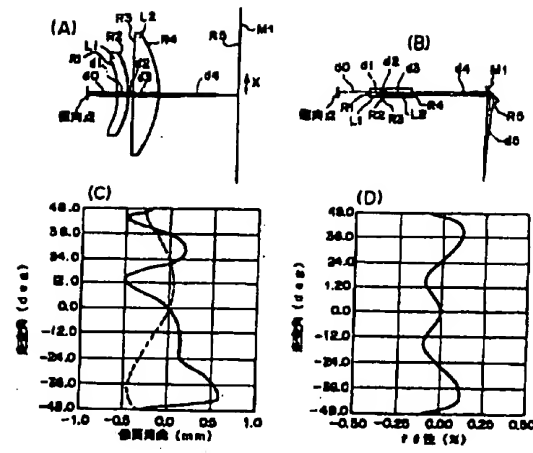
【図6】



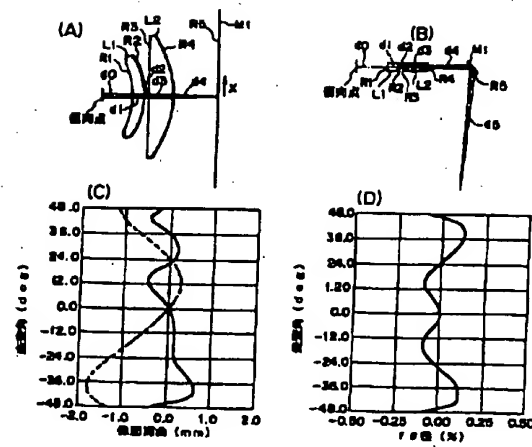
(14)

特開平11-64760

【図7】



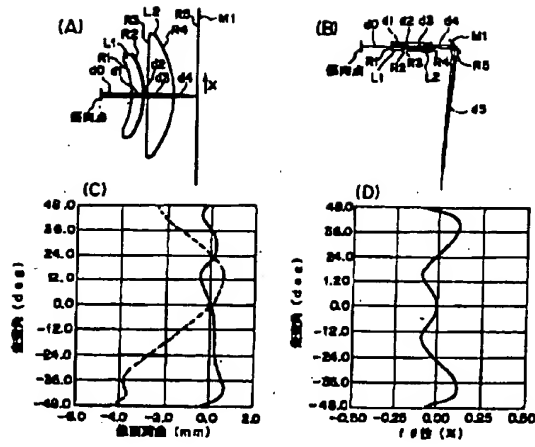
【図8】



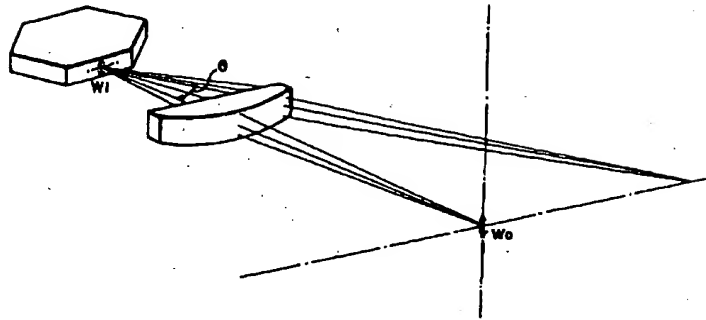
(15)

特開平 11-64760

【図9】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.